

EL PROCESO DE EVALUACIÓN Y GESTIÓN DE LA EXPERIENCIA OPERATIVA EN LA INDUSTRIA: ANÁLISIS EN EL SECTOR NUCLEAR ESPAÑOL

Pedro Solana González
Daniel Pérez González
Margarita Alonso Martínez
Universidad de Cantabria

1. Introducción

El desarrollo de políticas de mejora continua en la industria y la adquisición de conocimientos que permitan a la empresa aprender de su propia experiencia, pueden optimizarse mediante la implantación y automatización de procesos que sean capaces de realizar un tratamiento adecuado de la experiencia operativa, de acuerdo con las fases de detección, comunicación, análisis - evaluación y corrección de hallazgos e incidencias.

La evaluación y análisis de la experiencia operativa, así como la toma de acciones de carácter correctivo y/o de mejora de las incidencias detectadas, bien por exigencia de organismos externos, o como decisión interna de la propia organización, puede ser un proceso fundamental para mantener un alto nivel de seguridad operacional y eficiencia en las instalaciones y procesos industriales.

Un adecuado sistema de realimentación de la experiencia operativa, junto con la toma de acciones de carácter formativo, ayudarán a mejorar la eficiencia de los procesos productivos y de gestión, evitando errores humanos y estados futuros potencialmente peligrosos de las estructuras, sistemas y componentes.

Este trabajo pretende generar una reflexión acerca del conocimiento que las empresas tienen de su propia experiencia, y presenta una metodología basada en los procedimientos de actuación de la industria nuclear, que puede ayudar a las organizaciones a implantar un programa de gestión de la experiencia operativa, a la vez que permite validar a las industrias que ya disponen de algún proceso de estas características, que

las actuaciones que están llevando a cabo en este sentido son las correctas.

2. Procesos de negocio y flujos de trabajo

En el contexto de este trabajo entenderemos por proceso de negocio el conjunto de procedimientos de actuación y actividades relacionadas que se llevan a cabo de forma integrada para alcanzar un objetivo organizativo o una meta establecida. Normalmente dichos procesos se llevan a cabo en el contexto de una estructura organizativa en la que existen distintos roles funcionales y relaciones jerárquicas. Un proceso puede desarrollarse en su totalidad en una sola unidad organizativa, o puede llegar a involucrar a diversas organizaciones –procesos interorganizativos–.

Los procesos de negocio pueden implicar interacciones formales o relativamente informales entre los participantes, y su duración puede ser muy variable. Asimismo, pueden estar constituidos por actividades automatizadas por el propio sistema de información, y por actividades manuales, las cuales quedan fuera del control del sistema (WFMC-TC00-1011 Issue 3.0, 1999). Los procesos de negocio, que en algunos casos tienen carácter estratégico, suponen en la actividad diaria de las empresas el desarrollo de complejos flujos de trabajo.

Un flujo de trabajo –*workflow*– en el contexto de las tecnologías de la información, hace referencia a la automatización de un procedimiento de trabajo en el que intervienen documentos, información y tareas que realizan los participantes según un conjunto de reglas definidas, cuyo propósito es alcanzar o contribuir a la consecución de un objetivo de negocio más general. Un flujo de trabajo facilita o automatiza la realización de una parte o la totalidad de un proceso mediante métodos y sistemas informáticos (Hollingsworth, 1995).

Un sistema de gestión de flujos de trabajo –*Workflow Management System* (WfMS)¹–, es aquel sistema informático que automatiza un proceso de negocio gestionándolo como una secuencia de actividades cuya realización requiere el empleo de recursos humanos y tecnológicos, los cuales están asociados a las actividades en las diversas etapas de su desarrollo. El propósito de un sistema de *workflow* es la definición comple-

¹ En aquellos aspectos relacionados con la tecnología *workflow* se deben tomar como una referencia los documentos y estándares establecidos por la *Workflow Management Coalition*.

ta, la gestión y la ejecución de flujos de trabajo, mediante un sistema informático capaz de representar o modelizar la lógica del flujo y controlar su ejecución de acuerdo con dicho modelo.

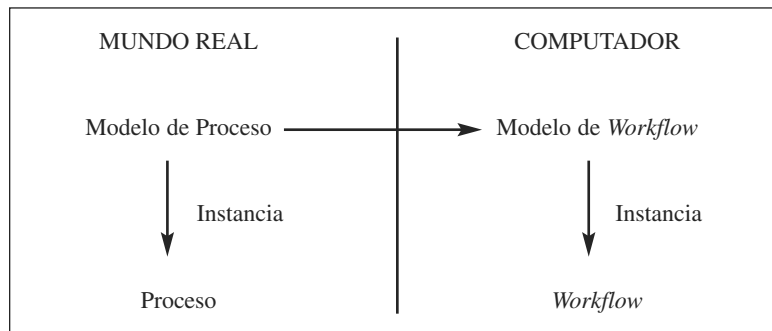
Los sistemas de *workflow* deben ser considerados sistemas de colaboración que permiten la automatización de los procesos y flujos de trabajo de las organizaciones. Se desarrollan en entornos complejos, heterogéneos y distribuidos, que requieren una alta capacidad de adaptación de los sistemas a los cambios propios de este tipo de entornos dinámicos.

2.1. Modelo de proceso y modelo de *workflow*

Un modelo de proceso describe la estructura de un proceso de la organización y define los posibles caminos que éste puede seguir, las reglas que establecen qué caminos se deben tomar y las acciones necesarias para llevarlo a cabo. Un modelo de proceso es una plantilla a partir de la cual se desarrollará cada proceso que se deba realizar. Un proceso habitualmente estará constituido por actividades, algunas de las cuales se realizarán con la ayuda de sistemas informáticos. Esta parte de modelo de proceso es la que conforma el modelo de *workflow*.

Figura 1

Modelo de proceso y modelo de *workflow*



Fuente: Leymann y Roller (2000).

Un modelo de *workflow* es una plantilla informática para la creación y el control de flujos de trabajo, del mismo modo que un modelo de proceso es una plantilla que especifica cómo desarrollar un determinado

proceso. Los programas que gestionan flujos de trabajo pueden ser WfMS de propósito general o aplicaciones específicas que controlan un determinado proceso.

2.2. Niveles de actuación de los sistemas de workflow

Los sistemas de *workflow* deben tener capacidad para gestionar los siguientes niveles fundamentales de actuación, (Hollingsworth, 1995):

1º) *El diseño y definición de flujos de trabajo*: el proceso de negocio se traslada del mundo real a una representación formal procesable por un sistema informático. El proceso de definición es posible expresarlo de forma textual, gráfica o mediante lenguajes de notación formal. El resultado es un modelo del proceso, que recoge su descomposición en un conjunto discreto de actividades. Estas actividades tienen asociadas acciones humanas o automatizables, y las reglas que determinan la progresión del proceso.

2º) *La instanciación y control de la ejecución del flujo de trabajo*: los modelos de procesos deben ser interpretados por el sistema de *workflow*, que debe tener la capacidad de crear, controlar y eliminar instancias de los procesos definidos.

El sistema de *workflow* debe permitir asignar tareas a las personas, recordar las tareas que están pendientes, colaborar en las tareas, acceder a la información necesaria para completarlas, y proporcionar información acerca de su estado (Chaffey, 1998).

3º) *La interacción con los usuarios, aplicaciones y recursos*: las actividades de un flujo de trabajo, con frecuencia están ligadas a acciones humanas que se realizan utilizando recursos informáticos: aplicaciones, formularios, bases de datos, etc. Es necesaria la interacción entre dichos recursos y las funciones que controlan el proceso de *workflow* –invocar las aplicaciones y recursos apropiados, pasar los datos necesarios, etc.–, y conocer el estado de las actividades para poder transferir el control entre ellas.

3. Marco teórico

El diseño de flujos de trabajo organizativos requiere elaborar especificaciones que recojan una abstracción de los procesos en un modelo de *workflow*. Los lenguajes de especificación de flujos de trabajo se utilizan a tal efecto y soportan los siguientes aspectos: la estructura de activida-

des –*flujo de control*–, el intercambio de información entre actividades –*flujo de datos*–, la prioridad y duración de las actividades y el manejo de excepciones en caso de que una actividad fracase o el flujo de trabajo no pueda finalizar.

Los lenguajes de especificación de flujos de trabajo se pueden clasificar en tres categorías: lenguajes que se centran en la estructura de comunicación, lenguajes cuyo interés son las actividades y lenguajes híbridos (Mentzas *et al.*, 2001). A continuación nos referiremos a los lenguajes cuyo interés son las actividades, por ser los de mayor aplicación y tratamiento en la literatura.

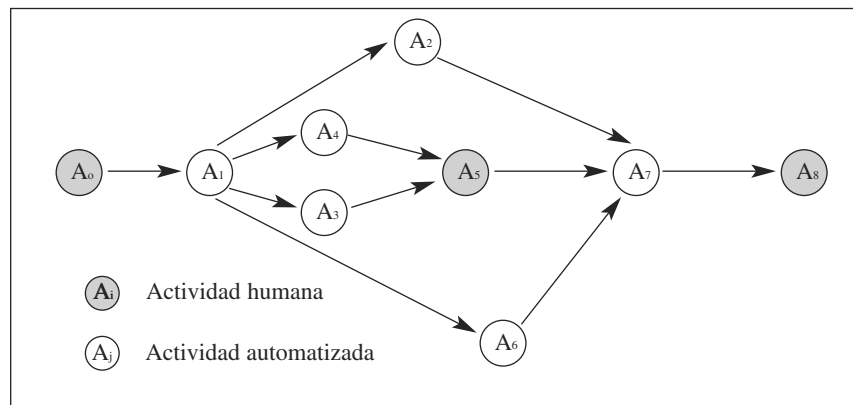
3.1. El modelo de especificación de procesos basado en actividades

Esta metodología modeliza el flujo de trabajo tomando como base las actividades del proceso y sus dependencias.

Esta técnica identifica los siguientes elementos: 1) El flujo de trabajo como un conjunto de actividades ordenadas. 2) Las actividades a realizar por las personas o de forma automática por el sistema. 3) Los objetos que se manejan –documentos, registros de datos, etc.– 4) Los agentes –las personas y el propio sistema– que realizan las actividades como parte de su rol, y que interactúan durante la ejecución del flujo de trabajo.

Figura 2

Modelo de flujo de trabajo basado en actividades



Fuente: Mentzas, *et al.* (2001).

La técnica de especificación de procesos basada en actividades, resulta adecuada para modelizar los procesos desde un punto de vista lógico, pero se muestra insuficiente cuando se requiere disponer de una especificación técnica que permita automatizar dichos procesos, lo que se supera con la utilización de técnicas formales que ofrecen una mayor capacidad de análisis y verificación del proceso que se está diseñando.

3.2. *Redes de Petri*

Los sistemas de gestión de procesos de negocio están determinados por los modelos de procesos y por el modelo de organización.

Los modelos de *workflow* cubren distintas perspectivas: la *perspectiva de proceso* que describe el control del flujo de las actividades, la *perspectiva de información* que describe los datos que son utilizados, la *perspectiva de recursos* que describe la estructura de la organización, recursos, roles y grupos, y la *perspectiva de actividades* que describe el contenido de los pasos individuales de los procesos. Todas estas perspectivas son relevantes, no obstante, la perspectiva de procesos domina sobre las demás en los sistemas de gestión de procesos de negocio (Aalst, 2002). Modificando los modelos de *workflow* el comportamiento del sistema se adapta a su entorno y a nuevos requerimientos.

3.2.1. Caracterización de las redes de Petri

Se han propuesto diversas técnicas para modelizar la perspectiva de procesos. Algunas de estas técnicas no son formales, los diagramas que utilizan no tienen una semántica formal definida. Estas técnicas –*Data Flow Diagram* (DFD), *Structured Analysis and Design Technique* (SADT), etc.– son adecuadas para discutir sobre procesos de trabajo, pero no para guiar sistemas de información, debido a que son incompletas y subjetivas (Aalst, 2002).

Las redes de Petri son una herramienta muy adecuada para el modelado y análisis de los procesos de negocio de las organizaciones. Por una parte, se pueden utilizar como lenguaje de diseño para la especificación de complejos flujos de trabajo, y por otra, la teoría de redes de Petri proporciona una potente herramienta de análisis para verificar la corrección de los procedimientos de *workflow* (Aalst, 1998).

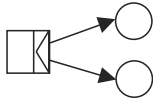
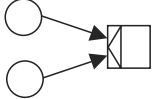
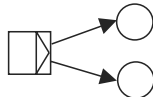
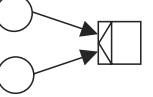
Las redes de Petri son útiles por su forma natural de representación gráfica y por su expresividad (Aalst, 2000). Sus características fundamentales son las siguientes:

- *Semántica formal*: las redes de Petri están formalmente bien definidas y permiten modelizar las primitivas de *workflow* identificadas por la WfMC (Aalst, 1998).
- *Técnicas de análisis*: las redes de Petri ofrecen abundantes técnicas de análisis que permiten determinar la corrección de los modelos de *workflow* (Aalst, 1998).
- *Identificación de estados*: que son considerados elementos de “*primera clase*”, mientras que otras técnicas se centran únicamente en las actividades (Aalst, 2002).

Las definiciones formales que constituyen el marco teórico de esta técnica se pueden encontrar en Aalst (1998).

Figura 3

Notación simbólica de constructores de routing en redes de workflow

Constructor	Notación gráfica	Constructor	Notación gráfica
<i>AND-split</i> Múltiples actividades son ejecutadas simultáneamente.		<i>AND-join</i> Sincroniza dos a más actividades que se pueden desarrollar de forma paralela.	
<i>OR-split</i> Se inicia una única actividad subsiguiente de acuerdo con el cumplimiento de una condición.		<i>OR-join</i> Se inicia una actividad una vez completada una de las actividades precedentes alternativas.	

Fuente: Aalst (1998).

3.3. Redes de workflow

Las redes de *WorkFlow* (WF-net) se basan en el modelo clásico de redes de Petri propuesto por Carl Adam Petri a principios de los sesenta (Petri, 1962). Una WF-net es una red de Petri que modeliza un proceso de *workflow* –sus actividades y estados–, y permite analizar casos concretos –instancias de la red– (Aalst, 1998).

3.3.1. Diagramación y constructores de routing

Las redes de *workflow* utilizan distintos elementos gráficos y constructores para representar las actividades, los estados y la dinámica de los procesos. Las actividades –transiciones– se representan mediante cuadrados, los estados mediante círculos, las relaciones de causalidad entre transiciones y estados mediante arcos, y la situación de la red de *workflow* en un determinado instante, mediante testigos sobre los estados de la red.

Las redes de *workflow* utilizan constructores de *routing* para especificar la dinámica de los procesos, permitiendo representar modelos secuenciales, condicionales, paralelos e iterativos (Aalst, 2002).

4. Análisis del proceso de gestión de la experiencia operativa. Estudio del caso en Centrales Nucleares Españolas (CNE)

En la actualidad el desarrollo de políticas de mejora continua en las organizaciones puede optimizarse mediante la implantación y automatización del proceso de gestión de la experiencia operativa, de acuerdo con las fases de detección, comunicación, evaluación y corrección de hallazgos, sucesos o incidentes.

A continuación se presenta un modelo que recoge la gestión de la experiencia operativa para el caso de las Centrales Nucleares Españolas (CNE), que por el estricto y riguroso control al que se ven sometidas, puede servir de base a otras industrias.

El Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) lleva a cabo periódicamente una revisión de la seguridad de las Centrales Nucleares, mediante la evaluación del análisis de la experiencia operativa exigido a los titulares de las plantas de producción de energía. Se debe demostrar que las Centrales mantienen un alto nivel de seguridad operacional, mediante un adecuado sistema de realimentación de la experiencia operativa, de modo que el desarrollo de estados potencialmente peligrosos de las estructuras, sistemas y componentes, sean detectados y analizados, adoptándose las medidas correctoras correspondientes (GS-1/96, 1996).

Un suceso se define como cualquier secuencia de acontecimientos no deseados y no intencionados que da lugar o que podría potencialmente dar lugar a consecuencias en distintos ámbitos de la organización, como pueden ser la operación o la seguridad (PCN-A-39, 2004).

Si bien pueden existir distintos tipos de sucesos según su grado de importancia y características, una gran parte de los sucesos se pueden

categorizar como incidencias menores, esto es, resultados no esperados, errores o incidencias de una actividad, sucesos o condiciones que detecte cualquier servicio de la organización, que se consideren que han tenido o que podrían tener un impacto en la seguridad, en la fiabilidad de la instalación, en el medio ambiente, en el riesgo y la salud de las personas, en los equipos de la instalación, etc.

La detección, corrección y prevención de errores se puede llevar a cabo mediante el proceso de análisis de incidentes –experiencia operativa–. En este trabajo nos centramos en este proceso, por ser el que analiza eventos inesperados que se producen en situaciones reales en las instalaciones industriales. Dichos eventos son oportunidades únicas para identificar y corregir las imperfecciones de la organización, personas, materiales y prácticas, (INSN-A.12, 1998).

La implantación de un proceso de gestión de experiencias operativas de estas características, requiere definir el conjunto de actividades a seguir de forma metodológica, para llevar a cabo la evaluación de un suceso, desde que éste se detecta hasta que se ejecutan las acciones que lo corrigen o mejoran: registro, comunicación, evaluación - aprobación de las acciones a tomar, ejecución y cierre de éstas. El fin de este proceso es asegurar que se toman las acciones adecuadas para incrementar la seguridad, la fiabilidad de la instalación industrial y la eficiencia en la gestión de la organización, y que se tienen en cuenta a futuro las recomendaciones y lecciones aprendidas emanadas de este análisis.

El proceso de gestión de la experiencia operativa recoge el conjunto de actividades encaminadas a comparar el funcionamiento de los procesos y actividades de una organización con las expectativas establecidas, lo que permite determinar las actividades y aspectos que se deben corregir o mejorar.

El proceso debe permitir realizar el seguimiento de cada situación y conocer el estado de los sucesos en sus diferentes fases; proponer las acciones a tomar, y obtener informes, tanto para la propia empresa como para organizaciones externas. El fin que se persigue es identificar, documentar, analizar y evaluar tendencias inadecuadas, y adoptar las acciones correctivas y de mejora que resuelvan las no conformidades que se detecten.

Las actividades de evaluación y la ejecución de las acciones derivadas se complementan, y constituyen una importante vía para mejorar la seguridad, la fiabilidad y la operación de la instalación, ayudando a la vez a prevenir la aparición de no conformidades importantes.

La primera fase en la evaluación de un suceso consiste en describir las circunstancias del incidente, que puede ocurrir como consecuencia de acciones inadecuadas en el diseño, mantenimiento, incumplimiento de los procedimientos, comunicaciones inadecuadas y/o entrenamiento deficiente, (PG-17, 2001). Una vez registrado y documentado el suceso se analiza cual es su causa directa, esto es, el fallo, acción, omisión o condición que produce la ocurrencia del suceso.

Se procede entonces a realizar la evaluación propiamente dicha, la cual comienza analizando las causas raíz, esto es, las causas fundamentales que si son corregidas evitarán la repetición del suceso o la condición adversa. Asimismo, se determinan las acciones que impedirán en el futuro la repetición de una condición o tendencia adversa que lleve de nuevo a que se produzca el suceso. Se registrará el conjunto de acciones a realizar, indicando si implican la corrección o la mejora de algún aspecto, su prioridad, si se requiere impartir formación, y estableciendo el plazo y la unidad de negocio que las ejecutará. Una vez comunicadas a cada responsable las acciones que debe realizar su unidad, se inicia la fase de ejecución, que finaliza cuando se cierra la última acción.

De forma paralela el coordinador general del proceso realizará funciones de control y seguimiento de los sucesos que estén en evaluación o abiertos (en fase de ejecución de acciones). El seguimiento realizado a cada acción se registrará, indicando la fecha y describiendo la evolución de la acción, dificultades encontradas, retrasos incurridos, etc., lo cual podrá dar lugar a tomar medidas de coordinación cuando así se requiera.

4.1. Roles organizacionales

El proceso de tratamiento de la experiencia operativa en la organización, requiere la coordinación de las distintas unidades de negocio y del personal. Para llevar a cabo de un modo satisfactorio este proceso es preciso establecer al menos los siguientes roles:

4.1.1. Coordinador general del proceso

El coordinador general, en adelante CG, tendrá la responsabilidad de gestionar el programa de experiencia operativa, incluyendo las siguientes tareas (PG-17, 2001):

- Realizar el seguimiento de los coordinadores de las distintas unidades para que el proceso de evaluación se lleve a cabo de manera satisfactoria.

- Mantener la base de datos de experiencias operativas, esto es, registrar los sucesos, establecer su causa directa y designar al coordinador responsable de su evaluación.
- Realizar las actividades de control y seguimiento de las acciones que permiten corregir o mejorar los incidentes y sucesos detectados.

4.1.2. Coordinador de unidad de negocio

El coordinador de cada unidad de negocio, al que haremos referencia en adelante como GU, tiene como responsabilidad la realización de las siguientes tareas (PCN-A-39, 2004):

- Coordinar que se documenten las incidencias generadas por su unidad, y determinar que se cumplen los criterios para que el suceso pueda ser reportado.
- Evaluar los sucesos que afecten a su unidad generando un informe de evaluación. Identificar las causas raíz y proponer las acciones a realizar para corregir el incidente.
- Mantener actualizada la base de datos de la organización registrando la información referida, incluyendo el informe de evaluación.
- Realizar las tareas de interlocución con el CG informándole cuando finalice la evaluación de los sucesos, y según se vayan cerrando las acciones ejecutadas.

4.1.3. Personal de la organización y externo

Cualquier persona que durante la realización de su trabajo detecte un incidente, debe informar a su CU aportando los datos para valorar si procede registrar, evaluar y tomar acciones para la corrección del suceso.

4.2. *Actividades del proceso de gestión de la experiencia operativa*

Las fases del proceso de tratamiento de un suceso son las siguientes:

A) Detección del suceso y comunicación, habitualmente por correo electrónico, al CU de la persona que lo detecta. B) El CU realiza un análisis preliminar del suceso y determina si cumple con los criterios para reportarlo. C) Descripción y documentación del incidente, lo que implica completar un parte del suceso, que es realizado por el CU siguiendo un formato ofimático preestablecido. D) El CU envía por correo electrónico el parte de suceso al CG. E) El CG registra el suceso, identifica la causa directa y asigna la unidad responsable para su evaluación, envían-

do el suceso registrado² al CU responsable de evaluación. F) El CU responsable de la evaluación, determina y asigna las causas raíz y propone las acciones correctivas y de mejora a realizar, indicando: número de acción, descripción, prioridad, si implica impartir formación, la fecha límite de ejecución y la unidad responsable de realizarla. G) La finalización de la evaluación implica que el suceso pasa a estar abierto (el estado del suceso pasa de estar en evaluación a abierto), estableciéndose la fecha de evaluación², a partir de este momento se procede a realizar las acciones para corregirlo. H) Asimismo, cuando el CU responsable de la evaluación indica que la misma ha finalizado (cuando ha registrado todas las acciones a realizar), se envía el suceso y toda su información asociada² a los CU responsables de realizar las acciones que correspondan. I) El CG realiza las actividades de control y seguimiento de la ejecución de las acciones en tiempo. J) Los responsables de realizar las acciones las van ejecutando en plazo indicando la fecha y la documentación en la que se apoya el cierre, e informan al CG². K) Una vez que se ha cerrado la última acción asignada al suceso se establece su estado a cerrado². En este momento se da por finalizado el proceso de tratamiento de la experiencia operativa.

Una parte de las actividades reseñadas pueden ser automatizadas, al menos parcialmente, por el sistema de información. Dicha automatización se produce ejecutando, a nivel del gestor de base de datos, procesos asociados a eventos determinados, a saber:

1. *Actividad E*: Se envía el registro del suceso al CU responsable de evaluación, cuando se da de alta el incidente en la base de datos.

2. *Actividad G*: Se modifica el estado del suceso como abierto y se establece en automático la fecha de evaluación cuando el CU indica que ha finalizado su evaluación.

3. *Actividad H*: Se envía automáticamente el registro del suceso y las acciones que se han determinado tomar, a los CU responsables de ejecución de las mismas, una vez que el CU de evaluación indica que ésta ha finalizado.

4. *Actividad J*: Se envía un mensaje al CG cuando se registra la fecha de cierre de cada acción.

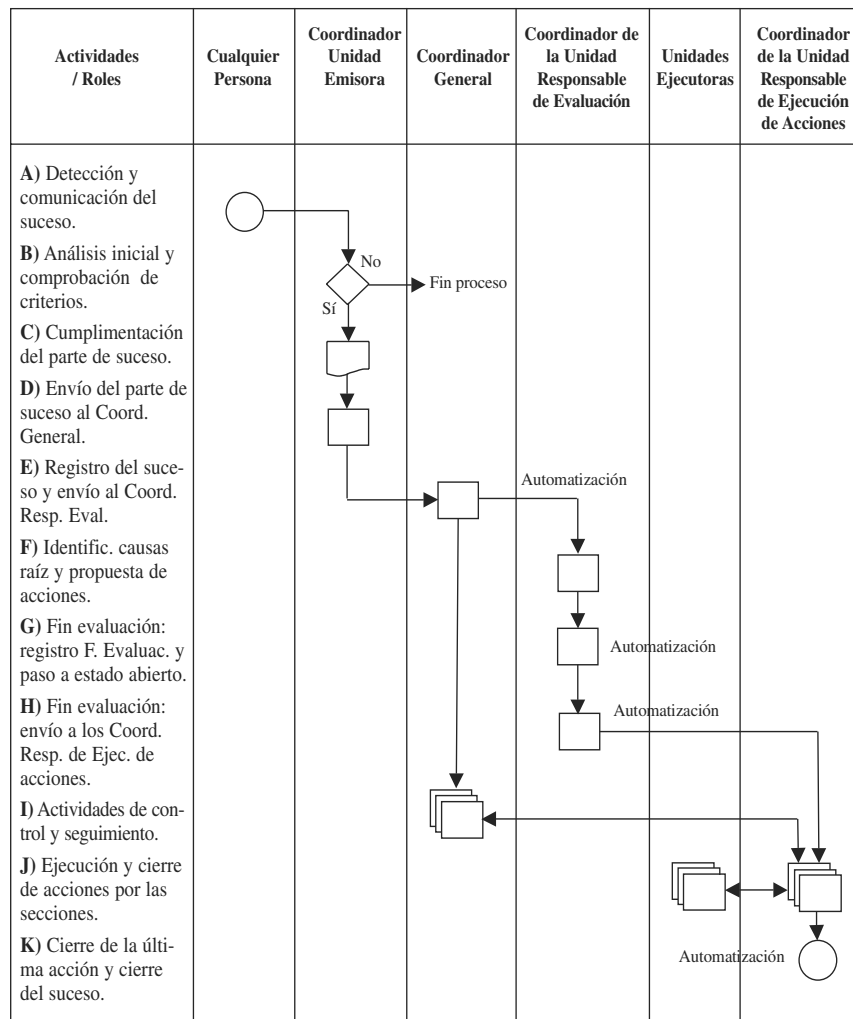
5. *Actividad K*: Se modifica el estado del suceso como cerrado cuando se asigna la fecha de cierre a la última acción por ejecutar.

² Actividad que puede ser automatizada.

La Figura 4 muestra el organigrama del proceso de tratamiento de la experiencia operativa descrito, indicándose las actividades que son parcialmente automatizables.

Figura 4

Organigrama del proceso de tratamiento de la experiencia operativa



Fuente: Elaboración propia.

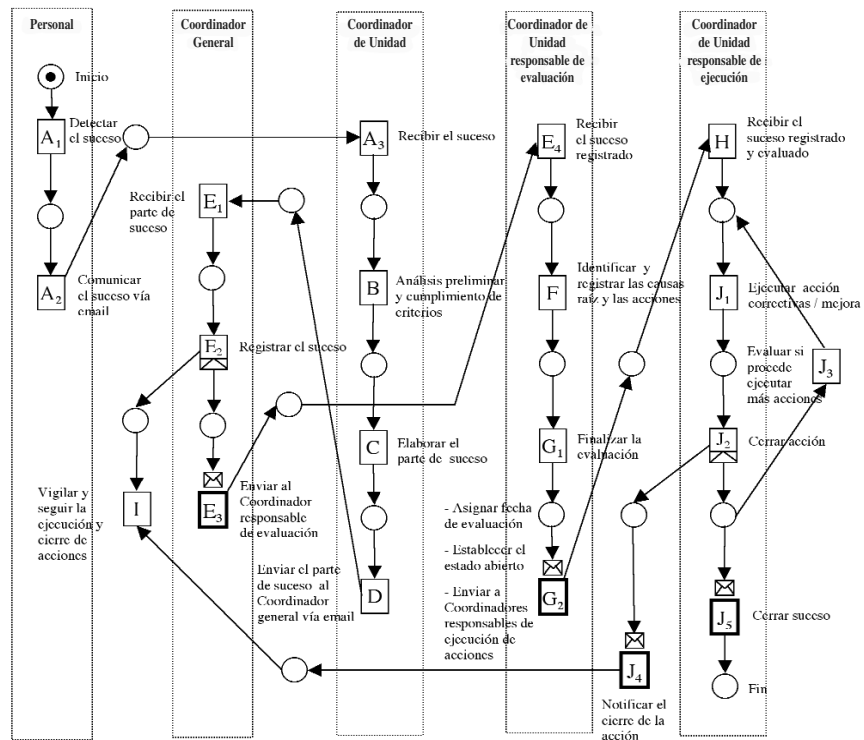
5. Desarrollo empírico en base al modelo de redes de Petri

El proceso de detección, evaluación y corrección de sucesos e incidencias, puede ser modelado formalmente aplicando la teoría de redes de Petri al proceso de *workflow* descrito. Esta técnica resulta interesante cuando se prevé implantar el proceso modelado mediante un sistema de información que ayude a gestionar eficientemente los aspectos analizados.

Tomando como base el análisis funcional realizado se modeliza a continuación el proceso de tratamiento de la experiencia operativa aplicando la técnica de redes de Petri.

Figura 5

Modelo de red de Petri del proceso de gestión de la experiencia operativa



Fuente: Elaboración propia

En la Figura 5, las actividades automatizadas por el sistema se muestran destacadas en trazo grueso como *actividades de mensaje*, las cuales son disparadas por el gestor de base de datos al producirse un evento.

La utilización de modelos de red de Petri es adecuada cuando se quiere analizar y diseñar procesos organizativos de tipo estructurado, ya que permiten llegar a especificar los procesos con un alto nivel de detalle, tanto respecto a las actividades, como a los flujos de información y comunicación que se deben producir. Por otra parte, permiten rediseñar y optimizar procesos ya existentes.

6. Conclusiones

En este trabajo se ha expuesto la importancia que tiene para las empresas definir su *modelo de procesos*, de manera que éste especifique la estructura, tareas, caminos y reglas de sus flujos de trabajo y procesos, considerando asimismo qué partes de dicho modelo son susceptibles de ser automatizadas a través del computador –*modelo de workflow*–.

Se ha presentado el *modelo basado en actividades* como técnica para especificar la perspectiva de procesos. Esta técnica toma como base las actividades del proceso, sus dependencias y los recursos para llevarlo a cabo –documentos, registros de datos, etc.–.

Las *redes de Petri* y las *redes de workflow (WF-net)* son utilizadas para la especificación de procesos de negocio estructurados, por su semántica formal, por su modo natural de representación gráfica, por su expresividad, y por las relevantes posibilidades de análisis que ofrecen. Estas técnicas modelizan las actividades y los estados de forma explícita, siendo estos últimos considerados como elementos de “primera clase”, al contrario que en otras técnicas de modelado de procesos que se centran exclusivamente en las actividades.

La implantación y automatización del proceso de gestión de la experiencia operativa, es en la actualidad una herramienta útil para el desarrollo de las políticas de mejora continua, aprendizaje organizacional y optimización de las actividades y procesos industriales.

En este trabajo se ha analizado el proceso de tratamiento de la experiencia operativa en la industria nuclear, y específicamente, las actividades que se deben considerar para implantarlo, destacando aquellas que pueden automatizarse, los actores y roles organizativos que intervienen en el proceso y su estructura de comunicación. Los aspectos comentados son modelizados aplicando las redes de Petri como técnica de especificación.

Los resultados del modelo propuesto en este trabajo, pueden ser aplicados al desarrollo e implantación de sistemas de información colaborativos, que faciliten la automatización de este tipo de procesos de gestión de la experiencia operativa en las empresas. Asimismo, este trabajo puede suponer un elemento de reflexión y validación para aquellas organizaciones que ya dispongan de un proceso de similares características.

7. Bibliografía

- AALST, W. M. P. (1998): "The application of Petri nets to workflow management", *The Journal of Circuits, Systems and Computers*, v. 8, n. 1, pp. 21-66.
- (2000): "Loosely coupled interorganizational workflows: modeling and analysing workflows crossing organizational boundaries", *Information & Management*, v. 37, n. 2, pp. 67-75.
- (2002): "Making work flow: on the application of Petri nets to business process management". En: J. Esparza, C. Lakos (Eds.): *Lecture Notes in Computer Science*, v. 2360, pp. 1-22: 23rd International Conference on Applications and Theory of Petri Nets, Adelaide, Australia, Junio 2002. Springer Verlag.
- CHAFFEY, D. (1998): *Groupware, workflow and intranets. Reengineering the enterprise with collaborative software*. Digital Press, USA.
- GL-2001-07: *Principios para la eficacia de los programas de autoevaluación y acciones correctoras*. World Association of Nuclear Operators (WANO).
- GL-2003-01 (2003): *Guía para el tratamiento de la experiencia operativa en centrales nucleares*. World Association of Nuclear Operators (WANO).
- GS-1.10/96 (1996) *Guía de seguridad nº 1.10. Revisiones periódicas de la seguridad de las centrales nucleares*. Consejo de Seguridad Nuclear (CSN).
- HOLLINGSWORTH, D. (1995): *The workflow reference model*. Workflow Management Coalition. Document Number WPMC-TC00-1003 Issue 1.1.
- INSN-A.12 (1998): *Informe nacional de seguridad nuclear. Factores Humanos*. Convención sobre Seguridad Nuclear. Artículo 12.
- INPO-97-011: *Guidelines for the use of operating experience*. Institute of Nuclear Power Operations (INPO).
- LEYMANN, F.; ROLLER, D. (2000): *Production workflow concepts and techniques*. Prentice-Hall PTR, New Jersey.
- MENTZAS, G.; HALARIS, C.; KAVADIAS, S. (2001): "Modelling business processes with workflow systems: an evaluation of alternative approaches", *International Journal of Information Management*, n. 21, pp. 123-135.
- PCN-A-39 (2004): *Tratamiento de la experiencia operativa*. Nuclenor, S.A.
- PETRI, C. A. (1962): *Kommunikation mit automaten*. PhD thesis, Institut für Instrumentelle Mathematik, Bonn.

- PG-17 (2001): *Seguimiento de normativa y tratamiento de la experiencia operativa interna y externa*. Nuclenor, S.A.
- SADIQ, S. W.; ORLOWSKA, M. E. (2000): "On capturing exceptions in workflow process models", *Business Information Systems*, 4th International Conference on Business Information Systems, pp. 3-19.
- WFMC-TC00-1011 Issue 3.0 (1999): *Terminology & glossary*. Workflow Management Coalition.

RESUMEN

Este trabajo presenta los sistemas de gestión de flujos de trabajo en las organizaciones, como sistemas de colaboración que dan soporte a la automatización de sus procesos de negocio. Se analizan los principales modelos y técnicas que permiten especificar y representar procesos de negocio organizacionales: el modelo basado en actividades, el modelo de redes de Petri y las redes de *workflow*. Se analiza el proceso de tratamiento de la experiencia operativa en la industria nuclear, el cual puede ser aplicado en otros sectores industriales como ayuda a la mejora continua y al aprendizaje de sus organizaciones, y se desarrolla un modelo de red de Petri aplicado a su gestión.

Palabras clave: Experiencia operativa, redes de Petri, redes de *workflow*, proceso de negocio, flujo de trabajo.

SUMMARY

This paper presents workflow management systems in companies, like collaborative systems that support the automation of their business processes. This work analyses techniques that allow the specification and representation of organisational business processes: the activity based model, the Petri nets model and workflow nets. We analyse the treatment process of operational experiences in the nuclear industry, that may be applied in other industrial sectors to continually improve help and learning of their organisations, and develop a Petri net model applied to its management.

Key words: Operational experience, Petri nets, workflow nets, business process, workflow.

Reproduced with permission of the copyright owner. Further reproduction prohibited without permission.